

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CARRETERA PIRENAICA

ESTERRI Á VIELLA (LÉRIDA) (1)

PRIMERA PARTE

Consideraciones relativas al proyecto en general.

Es costumbre comenzar las memorias de los proyectos ponderando la importancia de la carretera que se trata de construir, ya por servir á comarcas enteras que se hallan incomunicadas, ya por poner en relación dos ó más poblaciones importantes, ora por enlazar con la estación del ferrocarril otras carreteras ó comarcas importantes; acaso por facilitar el acceso de productos á una ó varias ferias importantes, etc. De nada nos serviría repetir aquí argumentos tan manoseados que, á fuerza de repetidos, no causa impresión su lectura. ¡Son tantas desgraciadamente las comarcas que en España se encuentran en el mismo caso!

Por esta razón no entramos á detallar la importancia de esta carretera bajo todos estos aspectos, que todos los reúne, pues en el extenso territorio que sirve de 250.000 kilómetros cuadrados, en el que se comprenden tres partidos judiciales, no hay ni un solo camino carretero; agravado este estado de cosas por el hecho de ser limítrofe con Francia, donde las líneas de ferrocarriles llegan á 30 kilómetros de la frontera, y la red de comunicaciones es tupida, que para distinguir sus mallas en mapa de escala usual es necesario el auxilio de la lente.

Los habitantes de esta región todos han traspasado la frontera, conocen estas circunstancias, y sus lamentaciones hieren el sentimiento patrio de los que, como nosotros, recorren por primera vez esta comarca.

El objetivo principal que tuvo el legislador al incluir esta carretera en el plan general fué, sin duda alguna, poner en comunicación con la madre patria el valle de Arán, que está allá, detrás de la enorme barrera de los Pirineos, donde nace el célebre río Garona, que riega el Mediodía de Francia, y para conocer la importancia de este valle, tomamos los siguientes datos de la Memoria del proyecto redactado por el Ingeniero Jefe D. José Bores el año 1907, en la que, en su pár. 2.º, lo describe con detenimiento, y dice así:

El valle de Arán, uno de los partidos judiciales, denominado

(1) Por su gran interés é importancia copiamos la Memoria oficial de este proyecto.

de Viella, de la provincia de Lérida, se compone de 19 distritos municipales. Linda por su parte Norte con los departamentos Alto Garona y Ariège, de la República francesa; por el Oeste con la provincia de Huesca y dicho departamento del Alto Garona, y por el Sur y Este con la provincia de Lérida. Viella su capital, dista 118 kilómetros en línea recta de Lérida, y por la carretera distará 225, ó sea un 90 por 100 más. La extensión superficial del valle es el de 73.000 hectáreas, y su población total 10.000 habitantes.

El río principal del valle de Arán es el Garona, que después toma en Francia tanto incremento; está formado este valle por la reunión de los ríos Ruda, de Beret, de Jueu, Malo y Aigua Moix. Por bajo de Tredós es ya propiamente Garona, y es un río de gran caudal, bastante aprovechado para el riego de huertas y prados, molinos harineros y aserraderos. El Garona tiene otros afluentes dentro del valle que son el Inola, Negro, Barrados y Torán.

Hay también varios manantiales de aguas sulfúricas y ferruginosas.

Puede, pues, considerarse el valle de Arán como una gran cañada que empieza en el circo Sacustu de Saboredó y termina en Puente de Rey. Todo el territorio vierte sus aguas al Garona, excepto el vallecito de Montgarri, que vierte en el Noguera-Pallaresa. Debe considerarse esta comarca dividida en tres zonas, inferior, media y superior: la primera comprende las poblaciones, tierras de cultivo y prados artificiales; la segunda presenta grandes masas de arbolado y la región alta al principio pastizales ó prados naturales que empiezan en el límite de la vegetación arbórea y concluye en las cumbres elevadas donde la carencia de vegetación es casi absoluta.

La región inferior contiene entre otras más pequeñas la población de Les, pintorescamente situada en un balneario muy concurrido y visitado de extranjeros; Bosost, preciosa villa con monumentos de gran valor artístico y arqueológico; Las Bordas, en el precioso valle de Jueu, Arrós y Betland; Viella, capital del valle, sobre las orillas del río Negro; Artias, con otro buen balneario; Salardu y Tredós, último pueblo del valle y el más elevado. Tredós está á la altitud de 1.320 metros; todavía aparecen los cultivos y los prados.

A continuación se eleva la región media que contiene masas enormes de arbolado, formando cintas de dos kilómetros de anchura á lo largo de ambas vertientes del valle principal y rodeando los valles secundarios, existiendo 23.000 hectáreas cubiertas de montes altos.

Después viene la región superior que algunos autores dividen en alpina inferior y alpina superior. Esta región se encuentra cubierta de nieve de Octubre á Mayo, inclusive, y en el resto del año se convierte en una pradera excelente, que alimenta más de 50.000 cabezas de ganado de todas clases, que se venden en primavera en los mercados de Tolosa y Cataluña.

En resumen, la riqueza forestal y pecuaria tienen enorme importancia en este Valle; la industria minera ha tomado un grandísimo desarrollo, hallándose empleados en ella más de 2.000 obreros, con un jornal medio de 4 francos. Por su proximidad al concurrido balneario de Bagnères de Luchón, está en condiciones de ser un valle de turismo y veraneo, pero la falta de vías de comunicación impiden el desarrollo de las industrias y principalmente el aprovechamiento de los saltos de aguas, en los que hay latentes más de 100.000 caballos.

Descrito el valle de Arán, diremos que la carretera construida ya en todo él sigue el curso del Garona hasta entrar en Francia por puente de Rey; tendrá militarmente grandísima importancia el día que esté unida á España, por constituir una línea de penetración á nivel.

Políticamente no hay que decir si tendrá importancia el unir con la madre patria un pedazo de territorio hermosísimo que está absolutamente incomunicado, durante el invierno por las nieves y en verano no se puede decir que está comunicado con nosotros por medio de un malísimo camino de herradura á través del puerto de la Bonaigua, teniendo que recorrer á caballo una distancia de 65 kilómetros, á contar del último pueblo del valle. Es verdaderamente asombroso cómo este valle se conserva español en estas circunstancias, y lo es, tanto, que no se ha dado caso de una sola deserción en tiempo de guerra, teniendo que recorrer los reclutas, para incorporarse á filas, el territorio francés hasta Irún ó Port-Bou.

¿Qué diremos de la importancia económica-administrativa de esta vía? Siguiendo nuestro propósito de evitar cuestiones trilladas, no hablaremos del aumento de riqueza imponible por el desarrollo de la agricultura y de la industria en general por la influencia de las vías de comunicación, sino que concretando diremos que actualmente está sobre el tapete una cuestión de tanta importancia, en la que juega un papel tan importante esta carretera que bastaría esta sola consideración para que el Estado se decidiese á darle fin y remate sin reparar en gastos ni dificultades.

En el mundo de las finanzas se ha entablado una lucha titánica para surtir el mercado de Barcelona de energía eléctrica. Dos poderosas Sociedades se disputan este suministro, suiza la una y canadiense la otra, haciendo ambas un derroche de dinero tal, que nadie pudiera sospechar que el objeto del derroche es la explotación económica de un negocio.

La Compañía suiza posee en obediencia todos los saltos de la cuenca superior del Noguera-Pallaresa, pero no comienza la construcción hasta que la carretera esté construida, aleccionada durante la construcción del salto de Capdella, para cuya realización construyó previamente un camino vecinal de 30 kilómetros en seis meses, con un coste de más de 1.600.000 pesetas.

La Compañía canadiense, ó de Fuerzas y riegos del Ebro, emprendió la construcción de un pantano en Tremp, del que arranca un canal, obras cuyos proyectos fueron el asombro de técnicos y legos.

Así las cosas, es lógico pensar que la Compañía suiza, terminadas sus obras de Capdella, quedará en libertad de construir los otros saltos, esperando sólo á que la carretera esté terminada.

Más de 200.000 caballos pueden utilizarse, y esta utilización costará unos 100 millones de pesetas. El problema es, pues, de actividad; deben aprovecharse los días, contar los minutos; pues no es posible calcular los enormes perjuicios que se ocasionan con el retraso en contruir esta línea al país en primer término, al Estado y á la sociedad en general después. El país, que pierde el interés anual de 50 millones que importarían las obras y la economía de la sustitución del carbón por la energía hidráulica. El Estado, que pierde el ingreso por el impuesto sobre tan enorme industria como la que se desarrollaría en Barcelona, que lógicamente pensando, llegaría á ser la primera en el mundo.

Nos hemos entretenido en poner de manifiesto la utilidad y la urgencia de este proyecto porque estas razones han influido en las disposiciones adoptadas por nosotros, y al no exponer el problema con toda claridad podrían aparecer caprichosas ó poco meditadas.

Estado en que se encuentra la carretera de Balaguer á la frontera.

Antes de entrar en la discusión de la solución adoptada exponemos el estado de esta carretera, lo que se expresa con claridad en el gráfico adjunto.

Por él puede verse que la carretera actualmente ó dentro de pocos meses es transitable desde Balaguer hasta Sort. En esta villa está interrumpida por no estar la travesía construida y ser materialmente imposible el paso de un carro á través de ella.

El trozo primero de Sort á Esterri está construido y aprobado el proyecto de reparación de algunas obras arrastradas por las avenidas de 1907, á pesar de lo cual se efectúa en todo él el tráfico rodado.

El trozo segundo, casi construido y destrozado por las citadas avenidas, está en reconstrucción y se permite el tránsito rodado por él.

El tercero también estaba á medio construir y fué destrozado; hoy se ha subastado la mitad del mismo.

El trozo cuarto, destruido después de terminado, también tiene aprobado el proyecto de reconstrucción.

El trozo quinto está terminado, y el trozo primero de la sección de Esterri á Viella está en construcción muy adelantada.

El trayecto comprendido entre el final de este trozo y el origen del trozo cuarto es el objeto de este proyecto, y lo hemos dividido en tres trozos, que designamos: segundo, de la divisoria y tercero.

El trozo cuarto está en construcción muy adelantada y el resto terminado hasta la frontera. A causa de la cortadura de Sort y siguientes, habiéndose construido 213 kilómetros de carretera y faltado sólo por construir 28, hay una longitud de 65 kilómetros sin servir, deplorable resultado del procedimiento seguido en la construcción de estas vías.

Historia del estudio de la sección de Esterri á Viella.

El estudio de esta sección se comenzó en el año 1870 por el Ingeniero D. José Sans Soler, en el que salvaba la divisoria por el puerto de Beret. La Comisión mixta de Ingenieros civiles y militares (véase apéndice núm. 1) desechó este trazado por sus inconvenientes, tanto técnicos como estratégicos, y en su virtud ha sido preciso estudiar el trazado aconsejado por dicha Comisión, ó sea el que pasa por el puerto de la Bonaigua. El dictamen de la Comisión mixta tiene fecha 24 de Marzo de 1898; trece años, por tanto, se habían invertido en desechar el trazado del Sr. Sans Soler.

Posteriormente se destinaron en Comisión para este servicio á los Ayudantes D. Antonio Fernández y Menéndez Valdés y don Rafael Collado y Hernández con fecha 19 de Mayo de 1897, quienes, á las órdenes del Ingeniero D. Alfonso Benavent, terminaron sus trabajos en Septiembre de 1906.

Con los datos tomados por estos Ayudantes redactó un proyecto el Ingeniero Jefe D. José Bores con fecha 15 de Julio de 1907, proyecto que no fué aprobado por la Superioridad, que resolvió, con fecha 3 de Octubre de 1907, se modificase con las siguientes prescripciones.

a) Se estudiará con más detenimiento el trazado examinado, si es posible el cambio de los zizás del trozo tercero, ó su mejor distribución á lo largo de la línea por medio de una rectificación general.

b) Se tomarán todos los datos topográficos y geológicos para calcular y fijar con certeza si convendría el empleo de túneles artificiales ó naturales, evitando algunos de los peligrosísimos pasos de los aludes, las laderas más malas, la subida hasta una altura tan considerable y aminorando las dificultades y peligros para el tránsito en el invierno y la longitud de la carretera. Se estudiarán los medios para que el alumbrado y la policía de los túneles sean lo menos onerosos posible para el Estado, reduciendo su sección y empleando apartaderos, estudiando con todo esmero su coste y situando sus bocas en sitios en que no sean de temer los aludes y movimientos de tierras.

c) En los pasos difíciles de grandes demontes se reducirá el ancho de la carretera á 4 metros, asignando 3,20 metros al firme y 0,80 á los paseos.

d) Se procurará aprovechar en otras obras más cantidad de roca dura que la utilizada en el proyecto.

e) Siendo muy elevados los precios se reducirán, en cuanto sea posible, justificándolos debidamente.

Posteriormente, en 6 de Abril de 1908, se creó una Comisión presidida por D. Antonio Alvarez y Redondo para el estudio de esta sección de carretera, y esta Comisión, después de realizar varios trabajos topográficos, cesó sin llegar á terminar ningún proyecto.

Por último, la creación de la Jefatura de las carreteras pirenaicas con fecha 27 de Mayo de 1910 nos llevó á encargarnos de este proyecto, comenzando los estudios el mismo año 1910, no habiendo podido presentarlo hasta hoy por los numerosos proyectos, replanteos, liquidaciones y caminos vecinales que nos hemos visto precisados á redactar con prioridad, que en conjunto suman 92,851 kilómetros de carreteras en 13 proyectos y 48,888 kilómetros de caminos vecinales en seis proyectos.

En el plano general que presentamos en el anejo núm. 2 hemos dibujado todas las soluciones proyectadas, la primera de éstas de color de naranja, por el Ingeniero Jefe D. José Bores, las soluciones negra, morada y verde por el Ingeniero D. Antonio Alvarez y Redondo, y la de color rojo, que es la proyectada, por nosotros.

Como el problema capital de este estudio es el paso del puerto de la Bonaigua, intentaremos describir este puerto para mejor comprensión de las soluciones proyectadas.

El puerto de la Bonaigua de 2.075 metros de altura sobre el nivel del mar, es uno de los más elevados de los Pirineos. Está enclavado en el macizo central de la cordillera, y de ella el pico más elevado el de Aneto en la sierra de la Maladeta, que tiene 3.200 metros sobre el nivel del mar. No tiene los caracteres generales de los puertos, ó sea esas grandes depresiones de las cordilleras donde la vista se extiende gozando por todos lados de espectáculos admirables, sino que es una grieta comprendida entre

dos altísimas paredes de más de 500 metros de elevación sobre el mismo puerto.

De este puerto no nacen dos vaguadas importantes como acontece generalmente, sino que del lado del Mediodía nace el río Bonaigua, un afluente del Noguera-Pallaresa, y del Norte no se presentan más que manantiales insignificantes; es más, las fuentes del Bonaigua no brotan en la vaguada, sino en estas laderas escarpadas á grandes alturas.

Todos estos caracteres físicos nos dan idea de que este puerto no es sino una gran falla, y este hecho está confirmado por la constitución geológica, pues esa vaguada es línea divisoria entre los terrenos primitivos y Cambriano.

La ladera derecha es granítica en las crestas, gneis y micasquistos en la base, y la de la izquierda es de caliza en las crestas y pizarras en la base.

Este puerto no es ensillado como los demás, sino que presenta un llano en la parte alta de cerca de dos kilómetros, en el que se encuentran dos pequeños estanques que vierten sus agua á uno y otro lado.

Otro carácter muy notable es su perfil transversal, pues la vertiente del Garona es una pendiente seguida y muy empinada, y del lado del Bonaigua presenta tres escalones. El primero está coronado por la ermita de Nuestra Señora de Aras. El segundo termina en el mogote del Pino, árbol solitario que ofrece un lugar de descanso al fatigado caminante, y el tercero termina en la meseta superior, en la que en su parte más alta se encuentra la cruz de Van-Aleu.

Cada uno de estos escalones tiene 160 metros de altura.

Esta estructura especial es lo que determina cada una de las soluciones adoptadas. La solución negra entra en túnel al pie de la ermita de Nuestra Señora de Aras.

La solución morada entra en túnel poco más abajo de la ermita y la roja entra en túnel al pie del último escalón.

La solución naranja se remonta en la ladera izquierda del Bonaigua, lo necesario para alcanzar el mogote del pino; la verde y la roja sólo alcanzan la meseta de la ermita para desarrollar luego en la garganta del mismo puerto, lo necesario para pasar por el alto la primera y para llegar á la boca del túnel la segunda.

Este puerto, debido á su altura, permanece cerrado para los peatones durante tres ó cuatro meses en el año, y durante dos ó tres meses lo cruzan con grandes dificultades, pasándole juntos los tres correos que hacen este servicio aisladamente en el resto del año, con objeto de prestarse auxilio.

A pesar de conocerse el peligro no deja de haber desgracias todos los años, por la necesidad al atravesarlo en que se encuentran algunos. En 1843 quedaron sepultados cinco caminantes; en 1845 ocho con otras tantas caballerías y así, á intervalos, ocurren desgracias semejantes á las que contribuye no sólo las nieves y el viento, sino la temperatura glacial que allí reina. Todas estas desgracias ocurren siempre en la meseta alta del puerto, donde existe la célebre roca denominada Pena-Crida, contracción catalana de pena y grita, y es legendario que una vez pasada esta meseta el caminante está en salvo.

Proyecto del Sr. Bores.

Arranca este proyecto, como todos, del final del trozo primero y, como todos, sigue por la ladera izquierda del río Bonaigua, que es la del sol, razón suprema en aquellas alturas; pero además la ladera del Norte es mucho peor bajo todos aspectos.

Como todos los proyectos pasa cerca de los hortales de Sas-trada y Andehuet, y al llegar á este último vuelve en zizás de

gran desarrollo, 2.800 metros, con lo que alcanza la meseta del pino y desarrolla después en la misma garganta para alcanzar la meseta superior. De aquí descende, desarrollando por la ladera derecha del Garona, por debajo del puerto, donde da seis zizás; más adelante, después de pasado el barranco de los Frailes, da otros dos más, y al llegar á la cuenca del río Malo donde la ladera se hace más tendida, se da otro de bastante longitud para poder alcanzar el origen del trozo cuarto en construcción.

Como se ve, la dificultad en los trazados por el alto de la divisoria está en la bajada por el valle del Garona, porque hay que salvar un desnivel de 586 metros, y en línea recta no hay más que 6 kilómetros.

En la Memoria de este proyecto, cuya lectura recomendamos, en su cap. VI, se expresan con gran claridad las razones en que se funda la adopción de este trozo, que son todas ellas exactísimas y justas.

La longitud de este trazado es de 24.865,61 metros, con un coste total de 3.973.435,98 pesetas, y su coste kilométrico de 159.796,44 pesetas.

La pendiente general es el 5 por 100, pero en trozos de corta longitud, llega al 7 por 100.

Los radios de los zizás son de 10 metros.

Proyectos del Sr. Alvarez Redondo.

Este distinguido Ingeniero sobre un plano taquimétrico muy completo trazó tres proyectos, el primero que representamos de negro utiliza los 2.500 metros del proyecto del Sr. Bores, y siguiendo por la misma ladera izquierda del Bonaigua, muy cerca de la vaguada con suave pendiente llega al pie del escalón de la ermita, y allí entra en túnel con una longitud de 4 kilómetros, yendo á salir á nivel del río Garona, y descende muy suavemente por la ladera derecha de este río hasta empalmar con el origen del trozo cuarto.

La longitud de la carretera se reduce á 14.419. El coste no fué determinado por la Comisión, pero no sería menor de 6 millones de pesetas.

El proyecto nos parece ideal, pero muy costoso y no lleva la condición que se proponía el autor, y es que la carretera fuese transitable todo el año.

Para reducir un tanto la longitud del túnel, el Sr. Alvarez Redondo desarrolla, con mucho acierto, en la ladera del Bonaigua, en el cono de deyección del barranco del Costal, bien orientado y de menor pendiente transversal, para entrar después en túnel á poca más altura que el anterior, con lo que se acorta el túnel en 132 metros y se alarga el trazado 1.381.

Por la ladera del Garona marcha el trazado paralelamente al primero, pero á mayor altura.

La longitud es de 15.800 metros, y el costo será casi el mismo que el anterior.

Con objeto de que la Superioridad pudiese escoger entre las soluciones, estudió el Sr. Alvarez otra solución por el alto del puerto que es la verde, y tiene de común con la anaranjada los 8 kilómetros primeros; de allí se separan con objeto de pasar el puerto, apoyándose todo lo posible en su contrafuerte central, separándose de las laderas; salva después la divisoria y descende desarrollando en el mismo sitio en que lo hace el trazado del señor Bores, con la diferencia de que en vez de seis lazos tiene sólo dos muy amplios, saliéndose del bosque de Ocampo y entrando en el circo de Ruéda ó de Saboredo, por consiguiente, en la zona de las avalanchas. Después continúa por la ladera del garona sin accidente alguno, siendo común este trazado con la segunda solución de túnel.

Estudio hecho por nosotros.

Como se ve, el problema á resolver es si se ha de pasar por el alto del puerto ó si se ha de adoptar el paso de la divisoria en túnel.

Los Sres. Benavent, Bores (Memoria, art. 5.º) y Alvarez Redondo se declaran partidarios del túnel, llegando este último á proyectar uno de más de 4 kilómetros de longitud, el que se proponía revestir y blanquear por completo, iluminar y ventilar, así como sustituir el afirmado por el adoquinado.

Las razones que aduce para justificar su adopción son las siguientes, según un borrador de la Memoria:

«En primer lugar, queda suprimida en absoluto la circulación á altitudes tan elevadas como la de 2.072 metros en un terreno tan abrupto y en un clima tan riguroso como el de estas localidades.

»La longitud de la carretera se reduce extraordinariamente, pues sólo mediría 14.419 en vez de 24.865 y 25.616 que ofrecen, respectivamente, los del proyecto primitivo (Sr. Bores) y la solución que ahora se presenta (solución verde).

»La conservación, que es un factor de gran importancia, y que siempre hay que tener en cuenta al proponer un trazado de estas circunstancias, es de esencial interés; en el caso actual se reduce considerablemente.

»El acortamiento se obtiene principalmente en el paso de la divisoria donde las obras de explanación serían muy costosas las de fábrica, en gran número, y las de defensa enormes, si había de tenerse expedita la carretera en todas épocas, *pues si se hubiese de dejar cubierta por las nieves é impracticable durante algunos meses, no vale la pena de construir tal carretera.*»

Nosotros creemos que si esta carretera se hubiese construido el año 70 ó antes, como debió haberse construido, dados los grandes intereses políticos á que tenía que dar satisfacción, como hemos explicado anteriormente, podía haberse adoptado la solución más económica por el alto del puerto, y decimos más económica porque en aquella época el factor jornal era muy reducido y reducido había sido el presupuesto á pesar de su gran desarrollo.

Pero en la época actual, cuando los habitantes del valle saben que se construyen túneles en el paso de las divisorias elevadas; cuando los Ingenieros les han demostrado que se pueden evitar los peligros que el tránsito por ellos les ofrece; cuando se demuestra con el proyecto que presentamos que son comparables económicamente las soluciones de paso de túnel y paso de la divisoria, debido á la elevación extraordinaria de los jornales; cuando hay que trabajar con vistas á Francia, que nos contempla y nos disputa la supremacía con el pueblo de quien geográficamente es hermano; cuando con la disposición en túnel se introduce un elemento de valor estratégico incalculable, así como con la construcción de los paranieves con avalanchas, se construyen verdaderas fortificaciones, no es posible decidirse más que por la construcción del túnel.

Y aquí se presenta el segundo problema: ¿qué longitud debe tener el túnel? A lo que se puede contestar: la necesaria para cumplir con todas las condiciones enumeradas, con el mínimo gasto.

Desde luego la solución del trazado negro es la mejor; resulta un trazado fuera del túnel de inmejorables condiciones, tanto en la cuenca del Bonaigua como en la del Garona, pero su coste la hace inaceptable, y más cuando no se consiguen las ventajas que se pretende conseguir con esa solución. En efecto, se pretende conseguir una carretera practicable todo el año, y eso es prácticamente imposible dada la cota de entrada del túnel de 1.642

metros sobre el nivel del mar, en que la acumulación de nieves hace en algunas épocas imposible la limpieza de la carretera. Ejemplo lo tenemos en el pueblo de Salardú, que es el primero que se encontrará á la bajada del puerto, y que tiene una altura sobre el nivel del mar de 1.240 metros, algunos inviernos no pueden los vecinos salir de sus casas en varios días, y en los hortales de la Bonaigua, más bajos que la boca de entrada del túnel, quedan enterrados á veces más de un mes.

Luego no es posible conseguir su paso durante todo el invierno, á menos que la cota de entrada del túnel fuese poco diferente de 1.000 metros; como ocurre con los ferrocarriles. Pero, ¿qué importa que el tránsito esté interrumpido cuando los vecinos del valle no pueden salir de sus casas? Por esta razón nosotros creemos que no se debe pretender que la carretera esté expedita todo el año.

También debemos observar que en los inviernos rigurosos las nieves se acumulan más en el fondo de los valles que en las laderas, y particularmente en las laderas escarpadas, donde el espesor de la capa de nieve no puede pasar de dos ó tres metros, mientras que en el valle llega á cinco y más.

Consecuencia de esto es que el derretimiento de las nieves en estos altos valles se realiza más pronto en las laderas de las solanas que en el fondo de los mismos valles, por ser menor el espesor y mayor el tiempo de exposición al sol.

Puestos, pues, á escoger, elegiríamos un trazado en las laderas y á alguna altura sobre el valle.

Las laderas del Garona ya hemos dicho que tienen pendientes casi uniformes á partir de 50 metros sobre el valle, pero como la ladera del Bonaigua es escalonada, es lógico escoger para entrada en túnel el pie de un escalón. No adoptando el trazado negro que tiene su boca al pie de la ermita de la Virgen donde termina el valle del Bonaigua, es inadmisibles entrar en túnel á una cota más elevada, si no se alcanza el rellano de esta ermita, porque el acortamiento del túnel será muy pequeño, como efectivamente sucede con los dos trazados del Sr. Alvarez Redondo (negro y morado), cuya diferencia es de 132 metros.

Por lo menos debe adoptarse la entrada al final de este rellano (1) que tiene 700 metros de largo, y se obtendría un acortamiento del túnel de 1.400.

Mas hay un accidente topográfico en este puerto que incita á no detenerse en esta primera meseta, y es un contrafuerte que avanza entre las paredes de esta gran falla, admirablemente orientado al Mediodía y barrido por los vientos; agreguemos que sus laderas son más suaves que las de la falla y al pie del mismo se extiende una gran canchalera, de antiguo glaciar, que con su caprichoso relieve invita á desarrollar sobre este mogote y su falda una traza que nos permita elevarnos á la altura de la segunda meseta en condiciones inmejorables, burlando las avalanchas y depósitos.

Los caminos ordinarios son los maestros en los trazados y deben estudiarse para sacar provechosas enseñanzas. El de la Bonaigua, una vez que llega á este mogón, se agarra á él, en él se enrosca y aprieta hasta alcanzar su cima, y al llegar á ella, rendido por el esfuerzo realizado, descansa al pie del solitario pino de que hemos hecho mención para estrecharse sobre la segunda meseta y tomar aliento con que realizar el último esfuerzo, ganando la meseta superior y alto del puerto.

Nosotros tomamos la canchalera desarrollando en ella dos amplísimas SS con radios de 30 metros, y ganando con este desarrollo la cabeza del mogote del pino; hacemos en ella un lazo

al término del cual estamos en franquía para recorrer la segunda meseta de 1.100 metros de longitud.

Esta meseta es alomada en la primera mitad y encajonada en la segunda, soleada y barrida por los vientos la primera, y lugar de inmensos depósitos de nieve la segunda, y por eso proyectamos que la carretera esté cubierta en esta parte, y de este modo hemos logrado alcanzar la segunda meseta y colocar la carretera en análogas circunstancias á las que tendría entrando en túnel la primera; algunos centímetros más de nieve en la explanación á extraer, algunos días más de interrupción del tránsito, pero muchos millones de pesetas de economía en la construcción.

Logramos con este trazado salvar en túnel la última meseta del puerto, que es la peligrosa, donde siempre ocurren las desgracias.

Logramos reducir al minimum la longitud de túnel.

Logramos un trazado directo en la ladera del Garona por el pequeño ziszás en que termina el trozo tercero de 25 metros de radio; apenas merece el nombre de tal, y todo esto lo logramos con un alargamiento de 4.399 metros. (La longitud de nuestro trazado es de 18.818,73 metros.)

El túnel, entrando á esta altura y cortando normalmente la ladera, tiene 1.502 metros, es decir, 2.656 metros menos que el proyectado por el Sr. Alvarez Redondo, casi la tercera parte.

La boca de salida está en el bosque de Ocampo, donde no hay avalanchas por dos razones, por estar debajo del puerto y, por tanto, ser la ladera de menos altura que en el resto, y por la existencia de este mismo bosque que evita el desprendimiento de las nieves. Sin embargo, en algunos barrancos se producen avalanchas por la excesiva pendiente del *tahweg*, circunstancia que hemos tenido en cuenta proyectando pases cubiertos.

Con lo dicho creemos que hemos discutido suficientemente la solución adoptada en relación con la del Sr. Alvarez Redondo; sólo nos falta compararla con la del Sr. Bores, diciendo que, tanto este proyecto (anaranjado), como el del Sr. Redondo (verde), que salva el alto de la divisoria, no han tenido cuidado en el desarrollo por la garganta del puerto de huir de las altas laderas y hondonadas donde se producen grandes avalanchas y depósitos, respectivamente. Que los numerosos ziszás del proyecto naranja en esas laderas tan pendientes son de malísimas condiciones para el tránsito y muy costosos, y, en cambio, los largos del proyecto verde se salen de la zona del bosque de Ocampo y entran en la de las avalanchas en el peligroso circo de Ruda.

Todas las soluciones, excepto la negra, que va por el fondo del valle, están en condiciones análogas al pasar la ladera derecha del Garona, pues 50 á 100 metros más de elevación á estas alturas tiene pequeña influencia, tanto en la cantidad de nieve, como con relación á los efectos de las avalanchas, como en la pendiente de la ladera.

La longitud de metro trazado es 6.047 kilómetros menor que la anaranjada y 6.778 menor que la verde.

No entramos en más detalles porque al tratar en la descripción general de todas las cuestiones referentes á rasantes curvas, etc., nos hemos de referir de nuevo á estos proyectos y completar de este modo sus comparaciones.

JULIO MURUA.

(Continuará.)



(1) Llamamos rellano á aquella parte del puerto que puede recorrer el trazado de un modo directo sin ziszás.